

# 愛知県段戸山地域から産出した鉱物種

丹羽美春<sup>1)</sup>

Mineral species from Dando-san area, Aichi Prefecture, Japan

Miharu Niwa<sup>1)</sup>

## はじめに

段戸山地域は、愛知県設楽町田峯の、通称、段戸山（正式には鷹ノ巣山）を中心とした地域を指す（第1図）。この地域は高温低圧型の領家変成帯の岩石が分布し、段戸山の南側に分布する本変成岩中にはマンガン鉱床も知られており、昭和期に段戸鉱山として採掘された。

筆者はこれまで数年をかけて段戸山地域を調査し、産出する鉱物について、すでに研究報告誌上にて報告してきた（丹羽, 2020, 2021）。この度、段戸山地域における段戸鉱山の位置の確認及び産出する、いくつかの特有な鉱物とその生成について総括的な報告を行う。なお、本文中の鉱物の和名は松原（2018）に基づく表記とし、標本の一部は豊橋市自然史博物館登録標本として保管する。

## 段戸鉱山

段戸山地域には、ジュラ紀付加体が白亜紀に高温低圧型の広域変成作用を受けた領家変成岩と、これらに貫入する花崗岩類が分布している（三宅ほか, 2014）。段戸鉱山の位置は吉村（1952）によると、段戸山にある三角点南方 1.5 km にあるとされるが、該当する地点を調査した結果、鉱山遺構等は何も発見できなかった。しかし、さらに約 1.5 km 南東に進んだ稜線の北東、南

西側の両斜面に採掘跡が認められるため（第1図、第2図 a, b）、この地域が段戸鉱山跡と推定される。

段戸鉱山では、昭和初期に採掘された稜線近くにある旧坑口跡と高さ 20 m を超える露天掘り跡、稜線から 50 m ほど下った地点に戦後開削された新坑口跡を確認することができる。旧坑口跡等の調査は危険なため、直接露頭での確認は行っていないが、付近に点在する捨石の状況から、珪質変成岩からテフロ石を含む比較的マンガン品位の高い鉱石へ漸移的に移行する産状が観察でき、産出鉱物に応じて分帯することができる。最も珪質変成岩に近い方から満礬石榴石帯、単斜末野閃石帯、パイロクスマンガン石帯、テフロ石帯の順にマンガン品位が高くなっていく（第1表）。

## 産出鉱物と産状

領家変成帯に位置するマンガン鉱山では、バラ輝石（またはパイロクスマンガン石）、満礬石榴石、テフロ石等の一般的な珪酸マンガン鉱物が多産し、それらが風化して二酸化マンガン鉱を生じる。段戸鉱山も同様に、一般的な珪酸マンガン鉱物や二酸化マンガン鉱を産し、主鉱石として採掘された。一方で、いくつかの段戸鉱山に特有の鉱物種が見られ、それらは顕微ラマン分光分析 Thermo Scientific 製 Nicolet Omega XR 顕微レーザー・ラマン分光分析装置（名古屋大学）を用い

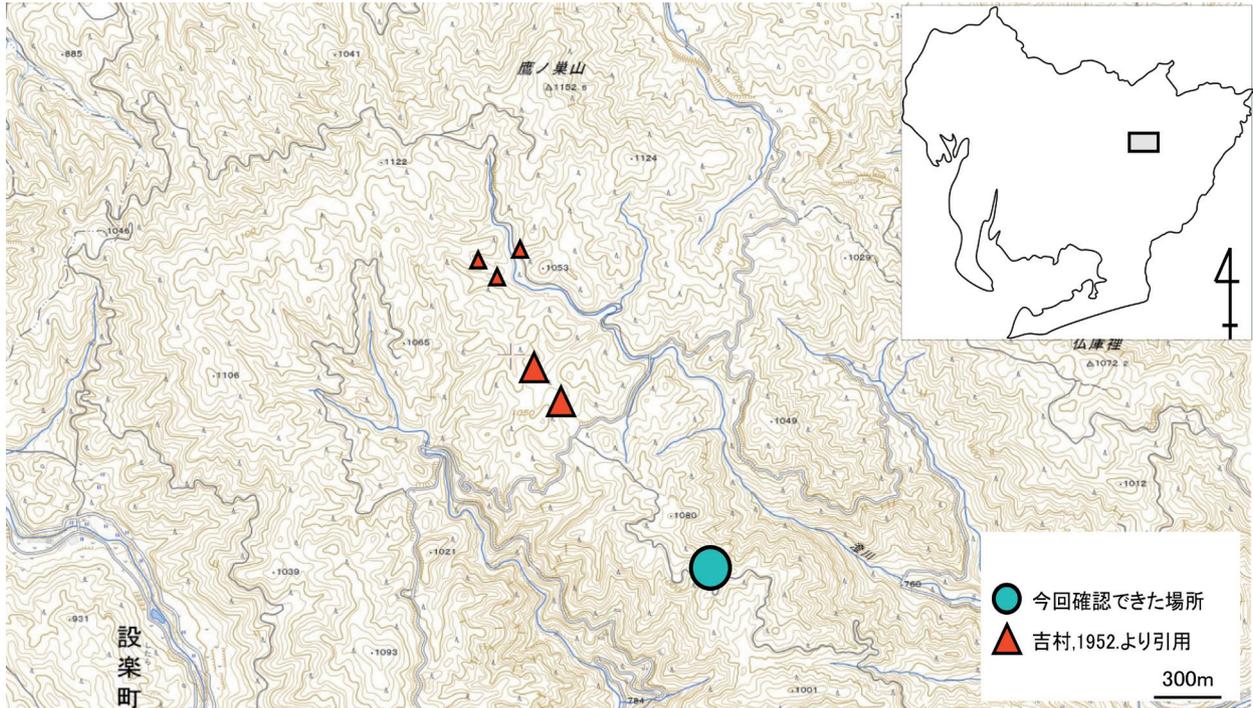
1) 豊橋市自然史博物館. Toyohashi Museum of Natural History, 1-238 Oana, Oiwa-cho, Toyohashi, Aichi 441-3147, Japan, E-mail: niwa-miharu@city.toyohashi.lg.jp

原稿受付 2023年1月17日. Manuscript received Jan. 17, 2023.

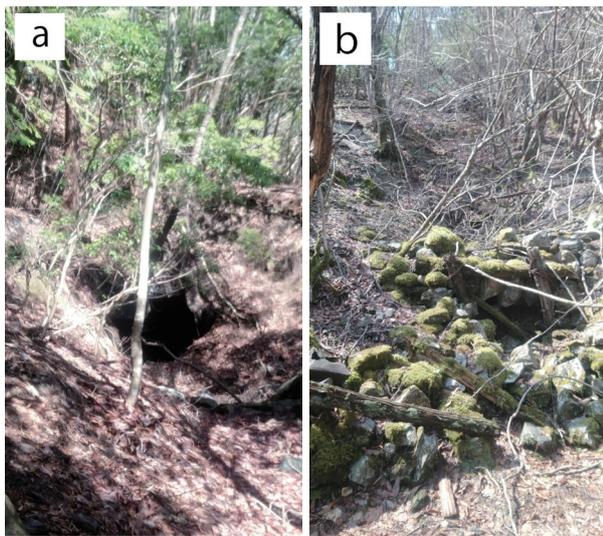
原稿受理 2023年2月8日. Manuscript accepted Feb. 8, 2023.

キーワード: カコクセン石, 単斜燐鉄鉱, 燐鉄鉱, マンガノヘルネス石, 毒鉄鉱, 単斜末野閃石, ヘルビン, 顕微レーザー・ラマン分光分析, 段戸山地域, 領家変成帯.

Key words: cacoxenite, phosphosiderite, strengite, manganohörmesite, pharmacosiderite, clino-suenoite, helvine, micro-laser Raman spectroscopy, Dando-san area, Ryoike metamorphic belt.



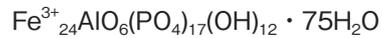
第1図. 調査地域及び段戸鉱山採掘跡.



第2図. 段戸鉱山採掘跡.  
a, 南側から撮影した旧坑口; b, 北側から撮影した旧坑跡.

て、室温条件で測定し、同定を試みた。波長 532 nm Nd-YAG レーザー。ラマンの測定結果を第3図に示す。

カコクセン石 cacoxenite



単斜末野閃石帯の鉍石の割れ目に自形結晶で産する。黄褐色を呈し最大約 1 mm の絹糸光沢のある針状から板状結晶の放射状集合体をなして産出する。国内産としては大きな結晶である (第4図 a)。ラマンスペクトルは、測定結果及び The RRUFF™ Project のデータベースの強度が弱いため (第3図 a)、追加で X 線回折試験を行い、本鉍と同定した。

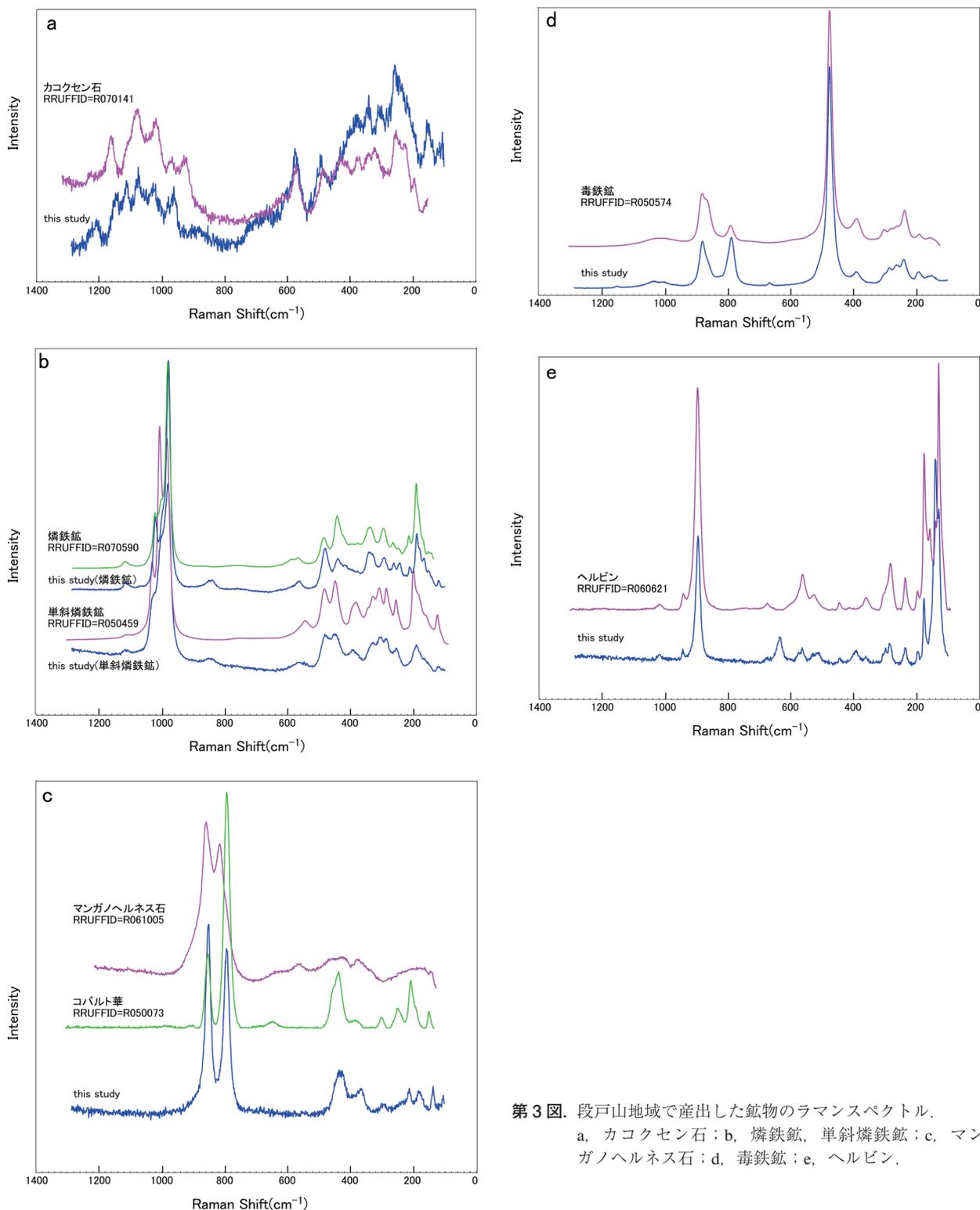
単斜磷鉄鉍 phosphsiderite  $\text{Fe}^{3+}(\text{PO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

直方晶系の磷鉄鉍とは同質異像の関係にある。後述の磷鉄鉍を中心とし、同心円状に産する。白色～ピンク色を呈する (第4図 b)。京都府和東町石寺地域の

第1表. 産出鉍物による鉍石のマンガン品位分帯.

	珪質変成岩	満礬柘榴石帯	単斜末野閃石帯	パイロクスマンガン石帯	テフロ石帯
石英	◎	◎	○	○	△
満礬柘榴石	—	◎	○	○	△
単斜末野閃石	—	△	◎	○	△
パイロクスマンガン石	—	—	△	◎	◎
テフロ石	—	—	—	—	○

産出鉍物 少ない —<△<○<◎ 多い

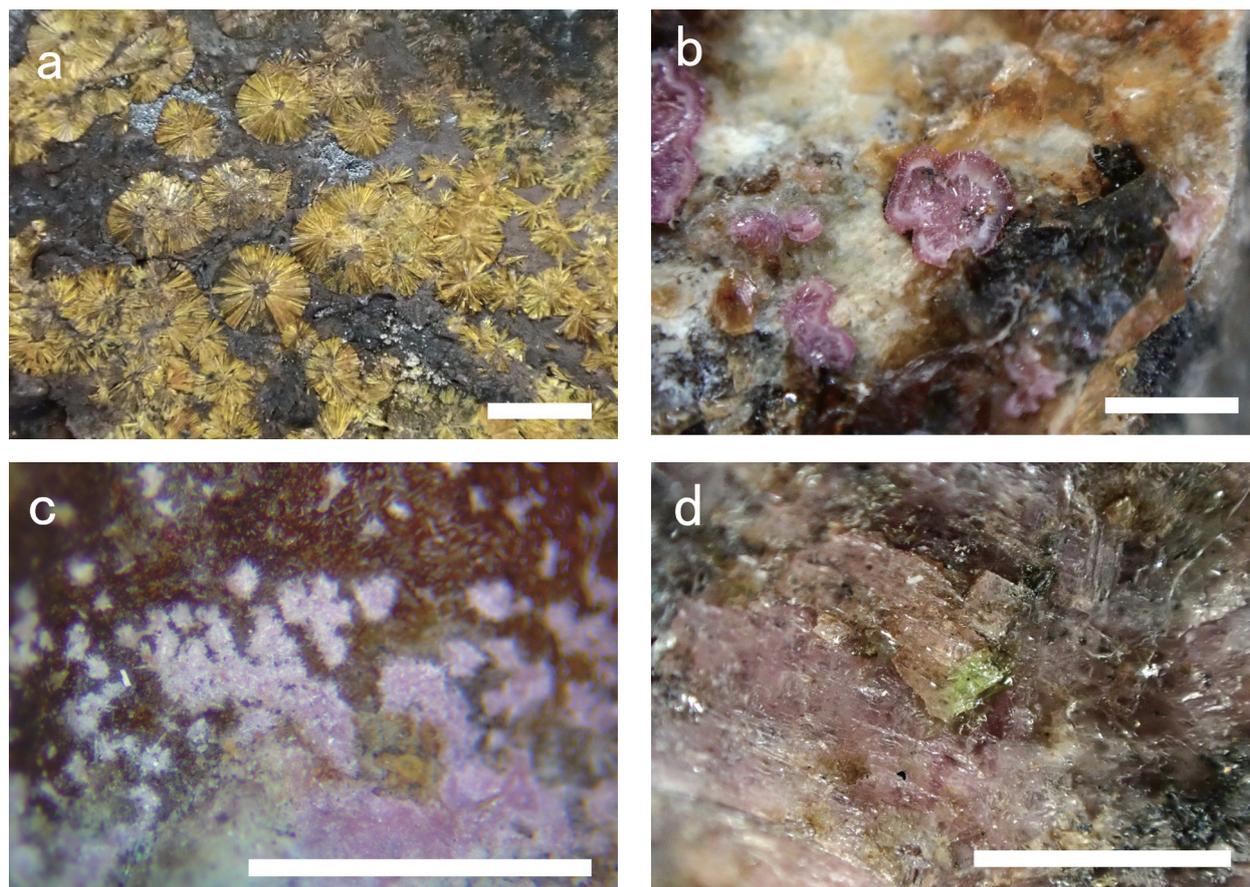


第3図. 段戸山地域で産出した鉱物のラマンスペクトル。  
 a, カコクセン石；b, 燐鉄鉱，単斜燐鉄鉱；c, マンガノヘルネス石；d, 毒鉄鉱；e, ヘルピン。

石英脈からも同様の産状で見つかった（鶴田ほか，2008）。燐鉄鉱とラマンスペクトルが似通っているが， $400\text{ cm}^{-1}$  及び  $300\text{ cm}^{-1}$  付近に特徴的なピークが認められるため，それぞれ別の鉱物と判断した（第3図b）。

燐鉄鉱 strengite  $\text{Fe}^{3+}(\text{PO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

単斜末野閃石帯の鉱石の割れ目に自形結晶又は鉱石中に浸透して産する。透明感のある鮮やかな紫色～ピンク色を呈する粒状，または，最大約  $2\text{ mm}$  の板状結晶の放射状集合体をなす（丹羽，2021）。割れ目と言っ



第4図. 段戸地域で産出した鉱物. スケールバー: 1 mm.

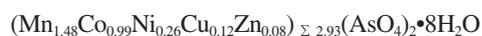
a, カコクセン石; b, 単斜燐鉄鉱; c, マンガノヘルネス石; d, ヘルビン.

でも、捨石となった状態での観察では、鉱物の表面であり、露頭から採掘される状況下において、真っ先に割れる比較的規模の大きい割れ目であったと推察され、割れ目に沿って燐酸基が浸透し、燐鉄鉱が晶出したと考えられる。

#### マンガノヘルネス石 manganohornesite

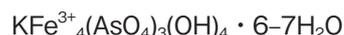


パイロクスマンガン石帯の割れ目に薄いピンク色をした放射状結晶をなして産する (第4図c)。ラマン分光分析の結果、コバルト華に代表される藍鉄鉱グループ内の砒酸塩型の鉱物と一致するスペクトルが得られたが (第3図c)、固溶体の中間的な組成の場合、ラマンスペクトルのみでは同定できない。そのため、EDSによる定量分析を行い、



の実験式を得て、その結果と合わせてマンガノヘルネス石と同定した。

#### 毒鉄鉱 pharmacosiderite



単斜末野閃石帯の鉱物の割れ目に淡い黄緑色の自形結晶で産する。近隣の愛知県豊川市では、領家変成帯中に存在するマンガンを採掘していた宝鉱山からゲルスドルフ鉱と共に毒鉄鉱の産出が報告がされている (Matsubara and Nomura, 1972) が、毒鉄鉱がマンガン鉱床に伴う例はあまり報告例が無い。ラマン分光分析の結果を第3図dに示す。The RRUFF™ Project のデータベースとの示すスペクトルとよく一致している。

#### 単斜末野閃石 clinosuenoite



単斜末野閃石帯の主鉱物として、またパイロクスマンガン石帯の副成分鉱物として産する。二酸化マンガンの影響で茶褐色や黒色に着色されることが多いが、本来は白色から草緑色をしている。角閃石らしい針状の結晶形から容易に区別できる (丹羽, 2020)。

## 引用文献

ヘルビン *helvine*  $\text{Be}_3\text{Mn}^{2+}_4(\text{SiO}_4)_3\text{S}$ 

パイロクスマンガン石帯に産するツヤのある黄緑色の約 0.5 mm の鉱物。本来、等軸晶系で正四面体の結晶となることが多い鉱物であるが、ここでは他形でパイロクスマンガン石の粒間に産する（第 4 図 d）。ラマン分光分析の結果を第 3 図 e に示す。The RRUFF™ Project のデータベースの示すスペクトルとよく一致している。

ここで報告した磷酸塩鉱物は、単斜末野閃石帯、砒酸塩鉱物は単斜末野閃石帯からパイロクスマンガン石帯で見られる。

国内で知られる銀星石、バリシア石、カコクセン石等の磷酸塩鉱物の産状としてチャートの割れ目から産するものがある。これはチャート中もしくはその近傍の岩体に含まれていた磷灰石が分解することによって生じたとされている（Matsubara et al, 1988）。段戸鉱山においても、マンガン鉱床の周辺の珪質変成岩の原岩はチャートであり、マンガン鉱床中にも微細な磷灰石が含まれていることが確認されているため、これらが分解して生じた磷酸が鉱床の割れ目に浸透することにより、各種磷酸塩鉱物を生じたと考えられる。これは、磷鉄鉱等の磷酸塩鉱物が珪質変成岩に近い単斜末野閃石帯から得られることと矛盾しない。

また砒酸塩鉱物の砒素の起源として、マンガン鉱床内に見られるゲルスドルフ鉱や輝コバルト鉱のような砒素を含む金属鉱物が想定されるが、その量は少なく宝鉱山の例と同様に断定するには至っていない（Matsubara and Nomura, 1972）。

## まとめ

今回、愛知県段戸山地域において段戸山にある三角点から南方約 3.0 km に進んだ稜線の北東、南西側の両斜面に採掘跡を認め、鉱山遺構等を確認した。また、段戸鉱山から産出したいくつかの特有な鉱物について報告した。

## 謝 辞

本稿をまとめるにあたり、顕微レーザー・ラマン分光分析装置の使用等に協力していただいた名古屋大学大学院環境学研究科の額瀬佑衣氏に感謝申し上げます。

Matsubara, S. and Nomura, M., 1972. The Occurrence of Pharmacosiderite from the Takara Mine, Aichi Prefecture, Japan. *Bulletin of the National Science Museum Tokyo*, **15**(4): 761–766.

Matsubara, S., Saito, Y. and Kato, A. 1988. Phosphate minerals in chert from Toyoda, Kochi, City, Japan. *Journal of Mineralogy, Petrology and Economic Geology*, **83**: 141–149.

松原 總, 2018. 日本産鉱物種 第 7 版. 鉱物情報, 東京, 155 p.

三宅 明・横江和貴・鈴木文悟・五十嵐夕香莉, 2014. 愛知県段戸山地域の領家変成帯に発達する 2 つの熱構造. 地質学雑誌, (120) : 299–312.

丹羽美春, 2020. 愛知県段戸山地域から産出した単斜末野閃石. 豊橋市自然史博物館研究報告, (30) : 47–49.

丹羽美春, 2021. 愛知県段戸山地域から産出した磷鉄鉱. 豊橋市自然史博物館研究報告, (31) : 21–24.

The RRUFF™ Project. <https://rruff.info/cacoxenite/display=default/> (2022 年 11 月 1 日閲覧).

The RRUFF™ Project. <https://rruff.info/erythrite/display=default/> (2022 年 11 月 1 日閲覧).

The RRUFF™ Project. <https://rruff.info/helvine/display=default/R060621> (2022 年 11 月 1 日閲覧).

The RRUFF™ Project. <https://rruff.info/manganohornesite/display=default/> (2022 年 11 月 1 日閲覧).

The RRUFF™ Project. <https://rruff.info/pharmacosiderite/display=default/R050574> (2022 年 11 月 1 日閲覧).

The RRUFF™ Project. <https://rruff.info/phosphosiderite/display=default/R050459> (2022 年 11 月 1 日閲覧).

The RRUFF™ Project. <https://rruff.info/strengite/display=default/R070590> (2022 年 11 月 1 日閲覧).

鶴田憲次・大西政之・大西 愛, 2008. 京都府和東石寺地域から産する磷酸塩, タングステン酸塩およびベリリウム鉱物. 地学研究, (57) : 69–73.

吉村豊文, 1952. 日本のマンガン鉱床. マンガン研究会, 福岡, 567 p.